

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-242937

(P2001-242937A)

(43) 公開日 平成13年9月7日 (2001.9.7)

(51)Int.Cl.' G 0 5 D 3/12 B 2 3 Q 1/30 G 1 2 B 5/00 H 0 1 L 21/027 21/68	識別記号	F I G 0 5 D 3/12 B 2 3 Q 1/30 G 1 2 B 5/00 H 0 1 L 21/68 21/30	テマコード*(参考) S 2 F 0 7 8 3 C 0 4 8 T 5 F 0 3 1 K 5 F 0 4 6 5 1 5 G 5 H 3 0 3
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-55243 (P2000-55243)

(22) 出願日 平成12年3月1日 (2000.3.1)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 石井 洋

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 沢井 宏之

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100084548

弁理士 小森 久夫

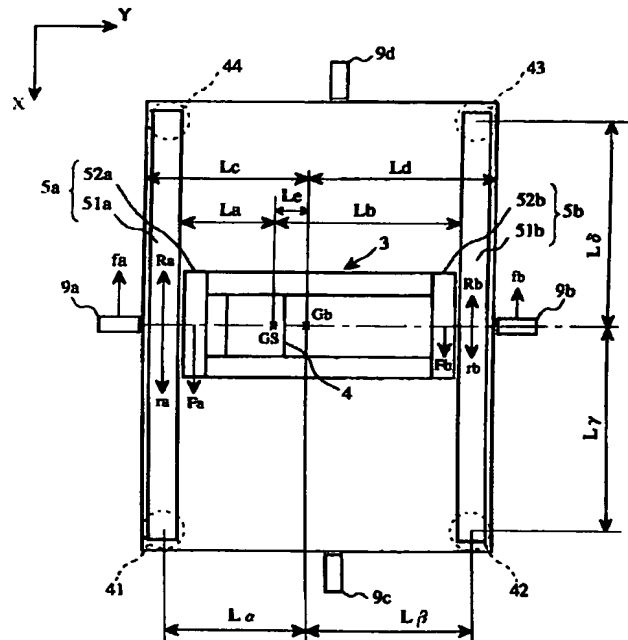
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ステージ装置

(57) 【要約】

【課題】 位置決め対象物やステージの重心位置が変位することに起因するヨーイング方向の偏向を防止し、位置決め対象物を目標位置に正確に移動させる。

【解決手段】 Y方向ステージ3の重心位置に応じて、Y方向ステージ3に供給する推力 $F_a$ 、 $F_b$ に差異を与え、推力 $F_a$ 、 $F_b$ によるY方向ステージ3の重心周りのモーメント $M_a$ 、 $M_b$ が互いに打ち消し合う大きさでY方向ステージ3を移動させ、推力 $F_a$ 、 $F_b$ に応じた推力 $f_a$ 、 $f_b$ で慣性体9a、9bをY方向ステージ3と反対方向に移動させる。推力 $F_a$ 、 $F_b$ によって生じる重心周りのモーメント $M_a$ 、 $M_b$ は互いに打ち消し合い、推力 $F_a$ 、 $F_b$ がY方向ステージ3の回転力として作用することがなく、Y方向ステージ3はヨーイング方向に偏向することがない。除振台1には、Y方向ステージ3の移動による反力に相反する反力が慣性体9a、9bの移動により作用し、除振台1がヨーイングすることがない。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】ベース上に固定されたガイドを介してステージを直線状に移動させるステージ装置において、ステージの移動方向に直交する方向における両端部のそれぞれに、ステージの重心位置に応じた推力を供給する第 1 推力発生手段と、

ステージに移動時に第 1 推力発生手段からベースに伝達される反力に相反する力をベースに作用させる第 2 推力発生手段と、を設けたことを特徴とするステージ装置。

【請求項 2】前記第 1 推力発生手段は、ステージの移動に必要な推力を  $F$  とし、ステージの重心位置から両端部のそれぞれにおける推力の作用点までの距離を  $L a$  及び  $L b$  として、

$$F a = F \times L b / (L a + L b)$$

$$F b = F \times L a / (L a + L b)$$

により、距離  $L a$  側の端部に供給すべき推力  $F a$  及び距離  $L b$  側の端部に供給すべき推力  $F b$  を決定又は配分することを特徴とする請求項 1 に記載のステージ装置。

【請求項 3】前記第 2 推力発生手段は、ベースにおいてステージが移動する平面に平行な平面内を移動自在にされ、ベースから推力の供給を受ける慣性体であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のステージ装置。

【請求項 4】前記第 2 推力発生手段は、ステージが移動する平面に平行な平面内をベースに接触することなく移動することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のステージ装置。

【請求項 5】前記第 2 推力発生手段は、ベースの 2 カ所に配置され、ステージの移動に必要な推力を  $F x$ 、ステージの重心位置からベースの重心位置までの距離を  $L e$ 、第 2 推力発生手段における推力発生位置からベースの重心位置までの距離を  $L c$ 、 $L d$  として、

$$F c = -F x \{ (L d + L e) / (L c + L d) \}$$

$$F d = -F x \{ (L c - L e) / (L c + L d) \}$$

により決定又は配分された推力  $F c$ 、 $F d$  の供給を受けることを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載のステージ装置。

【請求項 6】前記ステージは互いに直交する方向に移動する  $X$  方向ステージ及び  $Y$  方向ステージからなり、前記第 1 推力発生手段は  $X$  方向ステージ及び  $Y$  方向ステージのそれぞれに供給すべき推力を発生する第 1  $X$  方向推力発生手段及び第 1  $Y$  方向推力発生手段からなり、前記第 2 推力発生手段は第 1  $X$  方向推力発生手段及び第 1  $Y$  方向推力発生手段からベースに伝達される反力に相反する力をベースに作用させる第 2  $X$  方向推力発生手段及び第 2  $Y$  方向推力発生手段からなり、 $X$  方向ステージ及び  $Y$  方向ステージが移動する平面に平行な平面内の 4 箇所

スの重心位置から  $Y$  方向ステージの移動方向の 2 カ所における支持体の配置位置までの距離を  $L \gamma$ 、 $L \delta$  として、

$$F \alpha = \{ L \beta / (L \alpha + L \beta) \} \{ L \delta / (L \gamma + L \delta) \} W$$

$$F \beta = \{ L \alpha / (L \alpha + L \beta) \} \{ L \delta / (L \gamma + L \delta) \} W$$

$$F \gamma = \{ L \alpha / (L \alpha + L \beta) \} \{ L \gamma / (L \gamma + L \delta) \} W$$

$$F \delta = \{ L \beta / (L \alpha + L \beta) \} \{ L \gamma / (L \gamma + L \delta) \} W$$

により、第 1～4 の支持体の支持力  $F \alpha$ 、 $F \beta$ 、 $F \gamma$ 、 $F \delta$  を決定又は配分することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のステージ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、半導体素子等の製造時のリソグラフィ工程に使用される露光装置、ワークに対する機械加工に使用される工作機械、及び、測定対象物の形状を測定する測定器等の精密機器に用いられ、ワーク等の位置決め対象物を目標位置に移動させるステージ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】位置決め対象物を目標位置に移動させる装置として、例えば、半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド等の製造時においてマスクパターンをウエハ等の基板上に転写するリソグラフィ工程に使用される露光装置では、位置決め対象物であるウエハを所定の露光位置に正確に位置させる必要があり、ウエハを搭載したウエハステージ、及び、ウエハステージに対して互いに直交する 2 方向 ( $X$  方向及び  $Y$  方向) のそれぞれの推力を供給する移動機構を含むステージ装置を備えている。

【0003】このように、位置決め対象物を目標位置に正確に位置させる必要がある精密機器では、移動機構において生じた推力をバックラッシュを生じることなく高精度で位置決め対象物に供給しなければならず、また、位置決め対象物の移動時における振動等の発生を防止する必要もある。

【0004】そこで、従来の精密機器のステージ装置を構成する移動機構としては一般に、固定子に対して可動子が非接触状態で直線移動するリニアモータが用いられている。

【0005】例えば、特開平 11-243132 号公報に開示された構成では、静圧空気軸受けを介してベースに支持されたステージの両端にリニアモータが発生する推力を作用させてステージを移動させる装置において、ステージに平行に移動する慣性体をベースに設け、ステージの移動時に慣性体を移動させることにより、リニアモータを介してベースに作用する反力を打ち消すような

力をベースに作用させ、ステージ及び慣性体を含むベースの重心位置の移動を防止してステージに振動を生じないようにしている。

【0006】また、特開平11-168064号公報に開示された構成では、ベース上に防振台等を介して定盤を支持し、Yガイドバー及びYガイドバー搬送体を備えたXステージを定盤上においてXガイドバーに沿って移動自在に設け、このXステージをX軸リニアモータを介してX方向に駆動するとともに、X軸リニアモータの固定子を定盤上に直動ガイドを介してX方向に移動できるように支持し、ベースに固定された制動フレームに取り付けられたX制動部材によって、固定子に対してXステージを駆動する際の反力を打ち消すような制動力を与えるようにしている。

【0007】また、第1のYガイドバー搬送体の底面及び外側面にはそれぞれベアリングを構成する空気噴出部が設けられている。さらに、これらの空気噴出部の近傍には、磁石又は真空ポケット等の予圧機構が組み込まれており、第1のYガイドバー搬送体は、定盤の表面及びXガイドバーの側面にそれぞれ一定の間隔を保ちつつ、Z方向及びY方向に拘束されてX方向に移動できる。同様に、第2のYガイドバー搬送体の底面にもエアベアリングを構成する空気噴出部及び磁石又は真空ポケット等の予圧機構が組み込まれており、Yガイドバー搬送体も定盤の上面に一定の間隔を保ちつつ拘束されてX方向に移動できる。

【0008】この構成により、可動部の移動時にモーメントや変形力等の発生を防止し、振動を抑制することができるとされている。

【0009】さらに、特開平8-63231号公報に開示された構成では、整流リニアモータを用いた可動ステージ装置であって、リニアモータは、ガイドレスステージを1方の直線運動方向に移動させ、ある平面において微動のヨー回転を行わせるようにし、単一のボイスコイルモータを保持するキャリア／従動子を、直線運動方向に動くステージを概ね追従するように制御するとともに、ボイスコイルモータは、ある平面において電磁力を与えて直線運動方向に直交する方向にステージを微動させて適正なアライメントを得るようにし、さらに、整流リニアモータの一方の要素(コイル又は磁石)を、平面上を自在に動くことのできる駆動フレームの上に設け、駆動フレームを反力によって駆動し、装置の重心位置を維持するようにした構成が開示されている。この構成では、1つのリニアモータを使用する場合には、2つのボイスコイルモータを用いてヨー回転が補正される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のステージ装置では、位置決め対象物を互いに直交する2方向について、位置決め対象物をいずれか一方方向に移動させた後に残る他方向に移動させる際に、位置決め対象

物が駆動機構の駆動中心(駆動機構を他方向に平行な一対のリニアモータによって構成する場合にはリニアモータ間の中央の位置)に位置していない場合がある。また、位置決め対象物の形状により、移動方向である2方向にのそれぞれに直交する方向における位置決め対象物の重心位置が駆動機構の駆動中心に位置していない場合がある。このような状態で位置決め対象物を移動させると、位置決め対象物がヨーイング方向又はピッチング方向に偏向し、位置決め対象物を目標位置に正確に移動させることができなくなる問題がある。

【0011】この発明の目的は、位置決め対象物の移動時に、位置決め対象物やステージの重心位置が変位することに起因するヨーイング方向又はピッチング方向の偏向を防止し、位置決め対象物を目標位置に正確に移動させることができるステージ装置を提供すること、及び、ステージの移動による支持体の振動を抑制し、位置決め対象物を目標位置に正確に移動させることができるステージ装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記の課題を解決するための手段として、以下の構成を備えている。

【0013】(1) ベース上に固定されたガイドを介してステージを直線状に移動させるステージ装置において、ステージの移動方向に直交する方向における両端部のそれぞれに、ステージの重心位置に応じた推力を供給する第1推力発生手段と、ステージに移動時に第1推力発生手段からベースに伝達される反力に相反する力をベースに作用させる第2推力発生手段と、を設けたことを特徴とする。

【0014】この構成においては、ステージの重心位置に応じた推力がステージの両端に供給されるとともに、ステージの移動時にベースに伝達される反力に相反する力がベースに作用する。したがって、ステージの両端のそれぞれにステージの重心位置までの距離に反比例した推力を供給することにより、ステージの移動時にヨーイング方向の力がステージに作用することがない。また、ステージの移動によってベースにヨーイング方向に伝達される反力が打ち消され、ベースがヨーイングを生じることもない。

【0015】(2) 前記第1推力発生手段は、ステージの移動に必要な推力をFとし、ステージの重心位置から両端部のそれぞれにおける推力の作用点までの距離をLa及びLbとして、

$$F a = F \times L b / (L a + L b)$$

$$F b = F \times L a / (L a + L b)$$

により、距離La側の端部に供給すべき推力Fa及び距離Lb側の端部に供給すべき推力Fbを決定又は配分することを特徴とする。

【0016】この構成においては、ステージの両端のそ

れそれにステージの重心位置までの距離に反比例した推力が供給される。したがって、ステージの移動時に、ステージがヨーイングすることがない。

【0017】(3) 前記第2推力発生手段は、ベースにおいてステージが移動する平面に平行な平面内を移動自在にされ、ベースから推力の供給を受ける慣性体であることを特徴とする。

【0018】この構成においては、慣性体が、ステージの移動時にベースに作用する反力に応じて、ステージが移動する平面に平行な平面内を移動する。したがって、ステージの移動時に慣性体がベースに対して移動してステージの移動による反力に相反する力が慣性体からベースに作用し、ベースがヨーイング方向に回転することがない。

【0019】(4) 前記第2推力発生手段は、ステージが移動する平面に平行な平面内をベースに接触することなく移動することを特徴とする。

【0020】この構成においては、ステージが移動する平面に平行な平面内においてステージの移動時の反力に相反する力をベースに作用させることによってベースの重心位置が移動することがなく、反力に相反する力を作用させてベースのヨーイングを制御する際に、反力に相反する力を作用させることによるベースの重心位置の移動を考慮する必要がない。

【0021】(5) 前記第2推力発生手段は、ベースの2カ所に配置され、ステージの移動に必要な推力を $F_x$ 、ステージの重心位置からベースの重心位置までの距離を $L_e$ 、第2推力発生手段における推力発生位置からベースの重心位置までの距離を $L_c$ 、 $L_d$ として、

$$F_c = -F_x \{ (L_d + L_e) / (L_c + L_d) \}$$

$$F_d = -F_x \{ (L_c - L_e) / (L_c + L_d) \}$$

により決定又は配分された推力 $F_c$ 、 $F_d$ の供給を受けることを特徴とする。

【0022】この構成においては、ステージの移動によってベースに作用する重心周りのモーメントが、慣性体の移動によって打ち消される。したがって、ステージの移動時にベースの重心周りのモーメントが釣り合い、ベースの重心周りのモーメントによってベースがヨーイング方向の回転を生じることがない。

【0023】(6) 前記ステージは互いに直交する方向に移動するX方向ステージ及びY方向ステージからなり、前記第1推力発生手段はX方向ステージ及びY方向ステージのそれぞれに供給すべき推力を発生する第1X方向推力発生手段及び第1Y方向推力発生手段からなり、前記第2推力発生手段は第1X方向推力発生手段及び第1Y方向推力発生手段からベースに伝達される反力に相反する力をベースに作用させる第2X方向推力発生手段及び第2Y方向推力発生手段からなり、X方向ステージ及びY方向ステージが移動する平面に平行な平面内の4箇所でベースを支持する第1～4の支持体を設け、X方向

ステージ及びY方向ステージを含むベースの重量を $W$ 、ベースの重心位置からX方向ステージの移動方向の2カ所における支持体の配置位置までの距離を $L_\alpha$ 、 $L_\beta$ 、ベースの重心位置からY方向ステージの移動方向の2カ所における支持体の配置位置までの距離を $L_\gamma$ 、 $L_\delta$ として、

$$F_\alpha = \{ L_\beta / (L_\alpha + L_\beta) \} \{ L_\delta / (L_\gamma + L_\delta) \} W$$

$$F_\beta = \{ L_\alpha / (L_\alpha + L_\beta) \} \{ L_\delta / (L_\gamma + L_\delta) \} W$$

$$F_\gamma = \{ L_\alpha / (L_\alpha + L_\beta) \} \{ L_\gamma / (L_\gamma + L_\delta) \} W$$

$$F_\delta = \{ L_\beta / (L_\alpha + L_\beta) \} \{ L_\gamma / (L_\gamma + L_\delta) \} W$$

により、第1～4の支持体の支持力 $F_\alpha$ 、 $F_\beta$ 、 $F_\gamma$ 、 $F_\delta$ を決定又は配分することを特徴とする。

【0024】この構成においては、ベースを支持する4個の支持体のそれぞれの支持力が、各支持体からベースの重心位置までの距離に基づいて決定又は配分される。したがって、ステージの移動時におけるベースの重心位置に応じて、ステージが移動する平面に直交する平面内においてステージの移動によって生じるベースの重心周りのモーメントが支持体の支持力により打ち消され、ベースがピッチング方向に回転することがない。

【0025】

【発明の実施の形態】図1は、この発明の実施形態に係るステージ装置の構成を示す外観図である。ステージ装置10は、半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド等の製造時においてマスクパターンをウエハ等の基板上に転写するリソグラフィ工程に使用される露光装置に適用され、ウエハを互いに直交するX方向及びY方向において所定範囲内の任意の目標位置に移動させる。このステージ装置10は、除振台（この発明のベースに相当する。）1の上面に構成されるX方向ステージ2、X方向ステージ2上をX方向に移動自在にされたY方向ステージ3、及び、Y方向ステージ3上をX方向に直交するY方向に移動自在にされたウエハステージ4によって構成されている。

【0026】除振台1は、図示しない固定部上に設置され、外部の振動をX方向ステージ2に伝達しないための除振構造を備えている。除振台1には、4側面のそれぞれから突出したガイド8a～8dに外嵌する慣性体9a～9dが備えられている。慣性体9a、9bは、除振台1内に備えられている駆動機構により、ガイド8a、8bに沿ってY方向ステージ3の移動方向と平行なX方向に移動する。慣性体9c、9dは、除振台1内に備えられている駆動機構により、ガイド8c、8dに沿ってウエハステージ4の移動方向と平行なY方向に移動する。

【0027】X方向ステージ2は、X方向に平行な一対のリニアモータ5a、5bによって構成されている。よ

り詳細には、X方向ステージ2は、ガイド部材6a、6bを介して除振台1の上面にX方向に移動自在にして取り付けられたリニアモータ5a、5bの固定子51a、51bによって構成されている。

【0028】Y方向ステージ3は、X方向に直交するY方向に平行な一対のリニアモータ7a、7bを備えている。より詳細には、Y方向ステージ3は、一対のリニアモータ7a、7bの固定子71a、71b、及び、一対のリニアモータ5a、5bの可動子52a、52bによって構成されている。即ち、Y方向ステージ3は、所定の間隔を設けて互いに平行に配置された一対のリニアモータ7a、7bの固定子71a、71bのY方向の両端に、一対のリニアモータ5a、5bの可動子52a、52bを固定したものである。ウエハステージ4は、X方向の両端に一対のリニアモータ7a、7bの可動子72a、72bを固定し、上面にウエハが搭載される。

【0029】この構成により、Y方向ステージ3は、一対のリニアモータ5a、5bから供給される推力によってX方向ステージ2上をX方向に移動する。また、ウエハステージ4は、一対のリニアモータ7a、7bから供給される推力によってY方向ステージ3上をY方向に移動する。Y方向ステージ3におけるウエハステージ4のY方向の位置が変化すると、Y方向ステージ3におけるY方向の重量配分が変化し、Y方向ステージ3の重心位置がY方向に変位する。

【0030】なお、上記のように構成したステージ装置10において、本来はウエハステージ4上に搭載されるウエハが位置決め対象物であるが、ウエハはウエハステージ4上の位置を固定して載置されるため、X-Y平面におけるウエハの位置はウエハステージ4とともに変位する。したがって、ウエハステージ4がこの発明の位置決め対象物に相当し、Y方向ステージ3が同じくステージに相当する。

【0031】図2は、上記ステージ装置の構造を示すX方向から見た側面図である。図2に示すように、ステージ装置10では、X方向及びY方向に直交するZ方向において、Y方向ステージ3の重心位置とウエハステージ4の重心位置とは、同一位置にある。また、Z方向において、リニアモータ5a、5bにおける固定子51a、51bの中心位置と可動子52a、52bの中心位置とは一致しており、リニアモータ7a、7bにおける固定子71a、71bの中心位置と可動子72a、72bの中心位置とは一致している。この構成において、リニアモータ5a、5bにおける固定子51a、51bと可動子52a、52bとの対向位置がY方向ステージ3の推力の作用点であり、リニアモータ7a、7bにおける固定子71a、71bと可動子72a、72bとの対向位置がウエハステージ4の移動力の作用点である。

【0032】したがって、Z方向において、Y方向ステージ3におけるリニアモータ5a、5bからの推力の作

用点、及び、ウエハステージ4におけるリニアモータ7a、7bからの推力の作用点は、同一位置にある。このように構成されていることから、Y方向ステージ3がX方向ステージ2上をX方向に移動する際、及び、ウエハステージ4がY方向ステージ3上をY方向に移動する際に、Y方向ステージ3及びウエハステージ4にピッチング方向のモーメントが作用することがない。

【0033】また、除振台1は、支持体41~44を介して固定部45上に設置されている。支持体41~44は、Y方向ステージ3及びウエハステージ4が移動する平面に平行な平面内の4箇所において除振台1の底面の4隅に配置されており、外部の振動を緩衝して振動が除振台1に直接作用することがないようにしている。各支持体41~44は、一例として空気バネによって構成されており、調圧機構によって個別に支持力を増減できるようにされている。

【0034】図3は、上記ステージ装置の制御部の構成を示すブロック図である。上記ステージ装置10の制御部20は、マイクロコンピュータによって構成された制御回路21に、変位検出センサ22、リニアモータ駆動回路23~26、慣性体駆動回路27~30及び圧力調整回路31~34を接続して構成されている。変位検出センサ22は、レーザ干渉計等によって構成されており、Y方向ステージ3におけるウエハステージ4のY方向の位置、及び、移動速度を検出する。リニアモータ駆動回路23~26のそれぞれには、リニアモータ5a、5b、7a、7bのそれぞれが接続されている。慣性体駆動回路27~30のそれぞれには、慣性体9a~9dのそれぞれを駆動する駆動機構が接続されている。圧力調整回路31~34のそれぞれには、支持体41~44のそれぞれの支持力を調整する調圧機構が接続されている。また、制御回路21には、図外の入力回路を介して目標位置データが入力される。この目標位置データは、ステージ装置10のX-Y平面においてウエハステージ4に載置されたウエハを位置させるべき場所を特定するデータである。

【0035】制御回路21は、変位検出センサ22の検出データに基づいてリニアモータ駆動回路23~26に駆動データを出力することにより、リニアモータ5a、5bの可動子52a、52bを備えたY方向ステージ3、及び、リニアモータ7a、7bの可動子72a、72bを備えたウエハステージ4の移動動作をフィードバック制御し、ウエハステージ4に載置されたウエハを目標位置に位置させる。リニアモータ駆動回路23~26は、制御回路21から出力された駆動データに応じた電流をリニアモータ5a、5b、7a、7bの固定子51a、51b、71a、71bに供給する。また、制御回路21は、リニアモータ駆動回路23~26に対する駆動データに応じた駆動データを慣性体駆動回路27~30に出力することにより、駆動機構を介して慣性体9a

～9dに所定の推力を供給する。さらに、制御回路21は、除振台1の重心位置に応じた調整データを圧力調整回路31～34に出力することにより、調圧機構を介して支持体41～44の支持力を調整する。

【0036】なお、変位検出センサ22は、少なくともウエハステージ4の位置を検出することができるセンサであればよい。

【0037】図4は、上記ステージ装置の制御部における処理手順の一部を示すフローチャートである。また、図5は同ステージ装置のステージ移動時における各部の位置を示す平面図である。ステージ装置10の制御部20を構成する制御回路21は、目標位置データが入力さ\*

$$F_a = F \times L_b / (L_a + L_b)$$

$$F_b = F \times L_a / (L_a + L_b)$$

によって求める(104)。

【0038】これとともに、制御回路21は、Y方向ステージ3及びウエハステージ4の位置に基づいてY方向ステージ3及びウエハステージ4を含む除振台1の重心位置G<sub>b</sub>を求めた後(105)、リニアモータ5a、5bが発生すべき推力F<sub>a</sub>、F<sub>b</sub>に基づいて、慣性体9 ※20

$$f_a = - (F_a + F_b) \{ (L_d + L_e) / (L_c + L_d) \} \dots \text{式3}$$

$$f_b = - (F_a + F_b) \{ (L_c - L_e) / (L_c + L_d) \} \dots \text{式4}$$

により求める(106)。

【0039】さらに、制御回路21は、除振台1の重心位置G<sub>b</sub>から各支持体41～44までの距離L<sub>α</sub>、L<sub>β</sub>、L<sub>γ</sub>、L<sub>δ</sub>を求め(107)、距離L<sub>α</sub>、L<sub>β</sub>、L<sub>γ</sub>、L<sub>δ</sub> ★

$$F_\alpha = \{ L_\beta / (L_\alpha + L_\beta) \} \{ L_\delta / (L_\gamma + L_\delta) \} W \dots \text{式5}$$

$$F_\beta = \{ L_\alpha / (L_\alpha + L_\beta) \} \{ L_\delta / (L_\gamma + L_\delta) \} W \dots \text{式6}$$

$$F_\gamma = \{ L_\alpha / (L_\alpha + L_\beta) \} \{ L_\gamma / (L_\gamma + L_\delta) \} W \dots \text{式7}$$

$$F_\delta = \{ L_\beta / (L_\alpha + L_\beta) \} \{ L_\gamma / (L_\gamma + L_\delta) \} W \dots \text{式8}$$

によって算出する(108)。

【0040】制御回路21は、上記式5～8によって求めた支持力F<sub>α</sub>、F<sub>β</sub>、F<sub>γ</sub>、F<sub>δ</sub>を実現するように調圧機構を動作させた後(109)、上記式1及び2によって求めた推力F<sub>a</sub>、F<sub>b</sub>を実現する電流をリニアモータ5a、5bに供給し、X方向についてウエハステージ4が目標位置に達するまでY方向ステージ3を移動させる(110、111)。これとともに、Y方向ステージ4が移動している間において、制御回路21は、上記式3及び4によって求めた推力f<sub>a</sub>及びf<sub>b</sub>を実現する電力を駆動機構に供給し、慣性体9a、9bを移動させる(112)。

【0041】上記の処理により、ステージ装置10の制御部20は、Y方向ステージ3及びウエハステージ4を含む除振台1の重心位置G<sub>b</sub>に応じて支持体41～44のそれぞれの支持力を調整した後に、Y方向ステージ3をX方向に移動させる。このため、除振台1が安定した状態でY方向ステージ3を移動させることができ、Y方向ステージ3の移動によって除振台1が傾斜したり振動したりすることがなく、Y方向ステージ3を円滑に移動

＊れると(101)、ステージ装置10のX-Y平面におけるウエハの現在位置と目標位置との差を算出し(102)、この差に基づいてリニアモータ駆動回路23～26を介してリニアモータ5a、5b、7a、7bを駆動する。この時、制御回路21は、Y方向についてのウエハステージ4の現在位置に基づいてY方向ステージ3の重心位置G<sub>s</sub>を算出し(103)、得られた重心位置からリニアモータ5a、5bまでの距離L<sub>a</sub>、L<sub>b</sub>を求め、この距離L<sub>a</sub>、L<sub>b</sub>を用いて、重心周りのモーメントを作用させることなくY方向ステージ3を移動させるためのリニアモータ5a、5bのそれぞれに発生させるべき推力F<sub>a</sub>、F<sub>b</sub>を、

$$\dots \text{式1}$$

$$\dots \text{式2}$$

※a、9bに供給すべき推力f<sub>a</sub>、f<sub>b</sub>を、Y方向ステージ3の重心位置G<sub>s</sub>から除振台1の重心位置G<sub>b</sub>までの距離をL<sub>e</sub>、慣性体9a、9bに対する推力発生位置から除振台1の重心位置G<sub>b</sub>までの距離をL<sub>c</sub>、L<sub>d</sub>として、

★γ、L<sub>δ</sub>、並びに、Y方向ステージ3及びウエハステージ4を含む除振台1の重量Wに基づいて、支持体41～44の支持力F<sub>α</sub>、F<sub>β</sub>、F<sub>γ</sub>、F<sub>δ</sub>を、

させることができる。

【0042】また、制御部20は、Y方向ステージ3をX方向に移動させる場合には、Y方向についてのY方向ステージ3の重心位置G<sub>s</sub>からリニアモータ5a、5bの推力の作用点までの距離に応じて、一対のリニアモータ5a、5bからY方向ステージ3に供給する推力F<sub>a</sub>、F<sub>b</sub>の間に差異を与え、推力F<sub>a</sub>、F<sub>b</sub>によるY方向ステージ3の重心周りのモーメントM<sub>a</sub>、M<sub>b</sub>が互いに打ち消し合う大きさになるようにしてY方向ステージ3をX方向に移動させる。これにより、Y方向ステージ3に供給される推力F<sub>a</sub>、F<sub>b</sub>によって、Y方向ステージ3の重心周りに生じるモーメントM<sub>a</sub>、M<sub>b</sub>の大きさが互いに同一になる。したがって、モーメントM<sub>a</sub>、M<sub>b</sub>は互いに打ち消し合い、推力F<sub>a</sub>、F<sub>b</sub>がY方向ステージ3の回転力として作用することがなく、Y方向ステージ3はヨーイング方向に偏向することがない。

【0043】さらに、制御部20は、Y方向ステージ3が移動している間において、慣性体9a、9bをY方向ステージ3の移動方向と反対方向に、かつ、固定子51a、51bを介して除振台1に作用する反力に応じた推

力  $f_a$ ,  $f_b$  で移動させる。即ち、図 5 に示すように、Y 方向ステージ 3 の両端には Y 方向ステージ 3 の重心位置  $G_s$  に応じた推力  $F_a$ ,  $F_b$  が供給され、除振台 1 には固定子 5 1 a, 5 1 b を介して推力  $F_a$ ,  $F_b$  に応じた反力  $R_a$ ,  $R_b$  が作用するが、この反力  $R_a$ ,  $R_b$  に応じた推力  $f_a$ ,  $f_b$  で慣性体 9 a, 9 b を移動させることにより、慣性体 9 a, 9 b の移動による反力  $r_a$ ,  $r_b$  が除振台 1 に作用して反力  $R_a$ ,  $R_b$  を打ち消す。これにより、Y 方向ステージ 3 の移動時にリニアモータ 5 a, 5 b の固定子 5 1 a, 5 1 b を介して伝達される反力によってベース 1 に生じる回転モーメントを打ち消す力が慣性体 9 a, 9 b からベース 1 に作用する。これによって、Y 方向ステージ 3 が移動した際に、ベース 1 が Y 方向ステージ 3 の移動平面に平行な平面内においてヨーイングを生じることがない。

【0044】なお、ウェハステージ 4 が移動範囲内の中央に位置していること、即ち、Y 方向ステージ 3 の重心が Y 方向の中央に位置していることを条件に Y 方向ステージ 3 を移動させ、リニアモータ 5 a, 5 b に供給すべき推力  $F_a$ ,  $F_b$  を常に互いに同一の値となるとともに、慣性体 9 a, 9 b に供給すべき推力  $f_a$ ,  $f_b$  を常に互いに同一の値となるようにして、制御を簡略化してもよい。

【0045】また、ウェハステージ 4 が Y 方向に移動する際に、Y 方向ステージ 3 を構成するリニアモータ 7 a, 7 b の固定子 7 1 a, 7 1 b 及びリニアモータ 5 a, 5 b の固定子 5 1 a, 5 1 b を介してベース 1 に反力が伝達される。この反力によってベース 1 の重心周りに生じるモーメントを打ち消すように、慣性体 9 c, 9 d を Y 方向に移動させる。

【0046】さらに、慣性体 9 a ~ 9 d を移動することによってベース 1 に対して同一平面内における重心周りのモーメントを作用させるようにしているため、3 個以下の慣性体の移動に置き換えることもでき、ベース 1 には少なくとも 1 個の慣性体を設けておけばよいことになる。

【0047】また、図 6 に示すように、慣性体 9 a ~ 9 d の移動機構をリニアモータ 6 1 等によって構成し、慣性体 9 a ~ 9 d がベース 1 に直接接触しないようにすることにより、慣性体 9 a ~ 9 d の移動によってベース 1 の重心位置が変位することがなく、ベース 1 のヨーイングを規制するための制御が容易になる。

【0048】

【発明の効果】この発明は、以下の効果を奏することができる。

【0049】(1) ステージの重心位置に応じた推力をステージの両端に供給するとともに、ステージの移動時にベースに伝達される反力に相反する力をベースに作用させることにより、ステージの両端のそれぞれにステージの重心位置までの距離に反比例した推力を供給すること

ができ、ステージの移動時にヨーイング方向の力がステージに作用することをなくしてステージを安定した状態で移動させることができる。また、ステージの移動によってベースにヨーイング方向に伝達される反力を打ち消すことができ、ベースがヨーイングを生じることがなくし、ベース上においてステージを安定して移動させることができる。

【0050】(2) ステージの両端のそれぞれにステージの重心位置までの距離に反比例した推力を供給することにより、ステージの移動時に、ステージがヨーイングすることをなくしてステージを安定した状態で移動させることができる。

【0051】(3) 慣性体を、ステージの移動時にベースに作用する反力に応じて、ステージが移動する平面に平行な平面内に移動させることにより、ステージの移動による反力に相反する力を慣性体からベースに作用させることができ、ベースがヨーイング方向に回転することをなくし、ベース上においてステージを安定した状態で移動させることができる。

【0052】(4) ステージが移動する平面に平行な平面内においてステージの移動時の反力に相反する力をベースに作用させることによってベースの重心位置が移動することがないようにし、反力に相反する力を作用させてベースのヨーイングを制御する際に反力に相反する力を作用させることによるベースの重心位置の移動を考慮する必要をなくし、ベースのヨーイングの制御を容易に行うことができる。

【0053】(5) ステージの移動によってベースに作用する重心周りのモーメントを、慣性体の移動によって打ち消すことにより、ステージの移動時にベースの重心周りのモーメントが釣り合い、ベースの重心周りのモーメントによってベースがヨーイング方向の回転を生じることがなくし、ベース上においてステージを安定して移動させることができる。

【0054】(6) ベースを支持する 4 個の支持体のそれぞれの支持力を、各支持体からベースの重心位置までの距離に基づいて決定又は配分することにより、ステージの移動時におけるベースの重心位置に応じて、ステージが移動する平面に直交する平面内においてステージの移動によって生じるベースの重心周りのモーメントを支持体の支持力により打ち消し、ベースがピッチング方向に回転することを確実に防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の実施形態に係るステージ装置の構成を示す外観図である。

【図 2】上記ステージ装置の構成を示す側面図である。

【図 3】上記ステージ装置の制御部の構成を示すブロック図である。

【図 4】上記ステージ装置の制御部における処理手順の一部を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

13

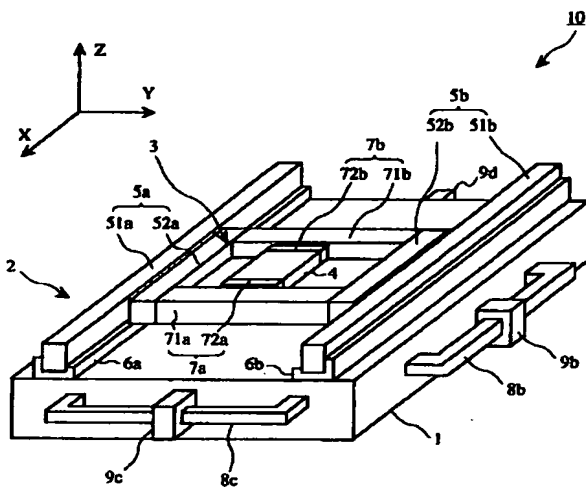
【図5】上記ステージ装置におけるステージの移動時の各部分の位置を示す平面図である。

【図6】この発明の別の実施形態に係るステージ装置の構成を示す側面図である。

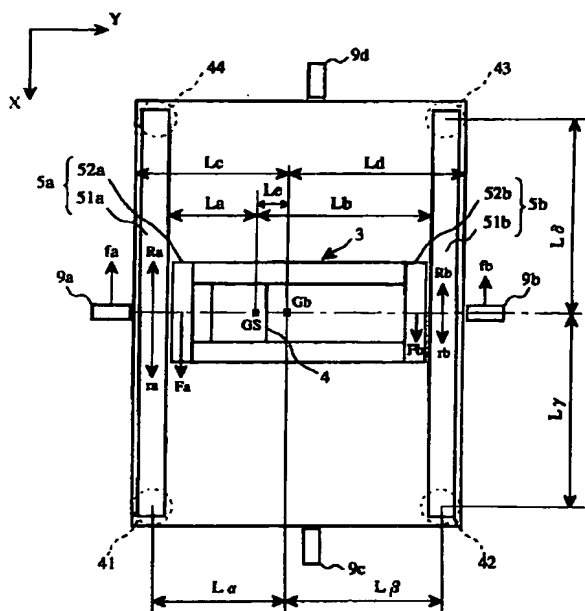
【符号の説明】

- 1 - 除振台（ベース）
- 2 - X方向ステージ
- 3 - Y方向ステージ
- 4 - ウエハステージ
- 5 a, 5 b, 7 a, 7 b - リニアモータ

【図1】



【図5】

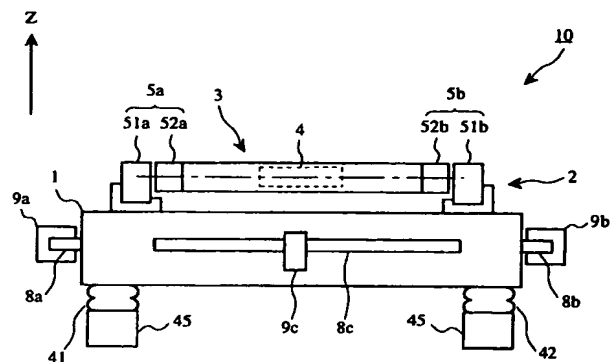


14

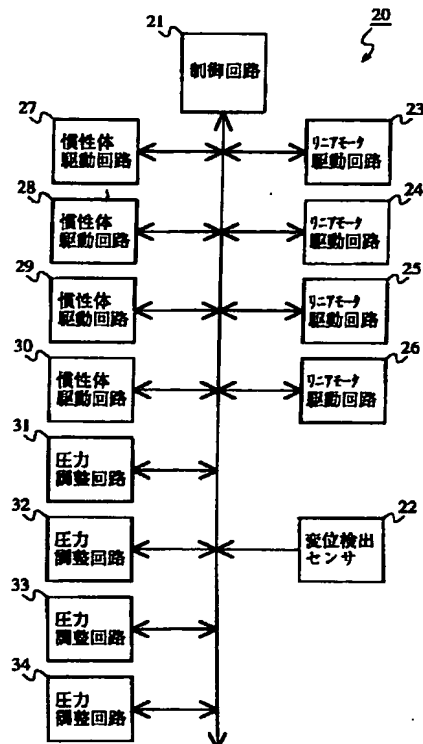
- 5 1 a, 5 1 b, 7 1 a, 7 1 b - 固定子
- 5 2 a, 5 2 b, 7 2 a, 7 2 b - 可動子
- 6 a, 6 b - ガイド部材
- 9 a, 9 b, 9 c, 9 d - 慣性体
- 1 0 - ステージ装置
- 2 0 - 制御部
- 2 1 - 制御回路
- 2 2 - 変位検出センサ
- 4 1 ~ 4 4 - 支持体

10

【図2】

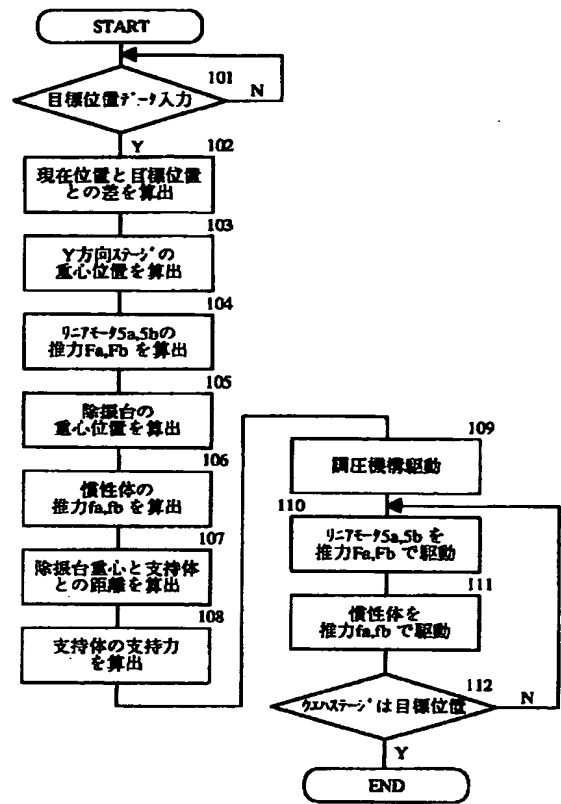


【図3】

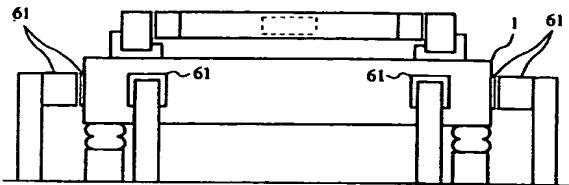




【図4】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup> 識別記号 F I テーマード(参考)  
B 2 3 Q 1/30

F ターム(参考) 2F078 CA02 CA08 CB13 CC11  
3C048 DD02 DD06  
5F031 CA02 CA05 KA06 LA04 LA07  
LA08 MA27  
5F046 CC01 CC03 CC05 CC18  
5H303 AA06 BB02 BB09 BB12 BB17  
CC01 DD04 EE03 EE07 FF09  
GG13 HH01 QQ06